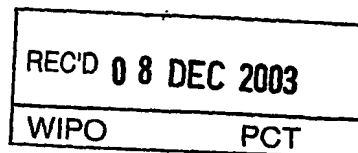


**PRIORITY DOCUMENT**  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH  
RULE 17.1(a) OR (b)



**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung  
einer Patentanmeldung**

**Aktenzeichen:** 102 56 704.2

**Anmeldetag:** 04. Dezember 2002

**Anmelder/Inhaber:** Siemens Aktiengesellschaft, München/DE

**Bezeichnung:** Schaltung für ein KFZ-Bordnetz und  
zugehöriges Betriebsverfahren

**IPC:** B 60 R, H 02 J

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 28. Oktober 2003  
**Deutsches Patent- und Markenamt**  
Der Präsident  
Im Auftrag

Schäfer



1

## Beschreibung

Schaltung für ein KFZ-Bordnetz und zugehöriges Betriebsverfahren

5

Die Erfindung betrifft eine elektrische Schaltung für ein KFZ-Bordnetz gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1 sowie ein zugehöriges Betriebsverfahren gemäß dem Oberbegriff von Anspruch 10.

10

Es sind Mehrspannungs-Kraftfahrzeug-Bordnetze bekannt, die beispielsweise Betriebsspannungen von 12 und 42 Volt aufweisen und durch einen integrierten Starter-Generator (ISG) mit elektrischer Energie versorgt werden.

15

Hierbei kann bekanntermaßen ein Doppelschicht-Kondensator als elektrischer Energiespeicher eingesetzt werden, wobei die in dem Doppelschicht-Kondensator gespeicherte Energie auch nach einem vorübergehenden Stillstand des Kraftfahrzeugs einen sicheren Start der Brennkraftmaschine ermöglicht.

20

Handelsübliche Doppelschicht-Kondensatoren weisen jedoch eine relativ große Selbstentladung auf, so dass der Doppelschicht-Kondensator bei längerem Fahrzeugstillstand im Abstand von mehreren Tagen aus der Fahrzeugbatterie aufgeladen werden muss, um später ein sicheres Starten der Brennkraftmaschine zu ermöglichen.

25

Dieses Nachladen des Doppelschicht-Kondensators erfolgt beispielsweise über einen Gleichspannungswandler aus der 12V-Fahrzeugbatterie, was jedoch mit verschiedenen Nachteilen verbunden ist.

30

Zum einen ist der Gleichspannungswandler in der Regel für elektrische Lasten mit einer Leistung von 1 bis 3 kW ausgelegt, so dass beim Nachladen des Doppelschicht-Kondensators

35

während des Fahrzeugstillstands große elektrische Verluste auftreten.

Zum anderen muss hierbei zusätzlich zu dem Doppelschicht-Kondensator auch der Zwischenkreis-Kondensator aufgeladen werden, der mit seiner großen Kapazität von mehreren 10000  $\mu\text{F}$  die Aufgabe hat, die Welligkeit, die bei der Gleichrichtung des im ISG erzeugten, dreiphasigen Wechselstromes entsteht, zu glätten. Die zusätzlich erforderliche Aufladung des Zwischenkreis-Kondensators erhöht den Energieverbrauch im Fahrzeugstillstand ebenfalls. Dies ist besonders schwerwiegend, weil der Zwischenkreis-Kondensator aufgrund seiner großen Kapazität konstruktionsbedingt eine hohe Selbstentladung aufweist, was ein häufiges Nachladen erzwingt.

Schließlich erfordert die bekannte Art des Nachladens einen Schaltvorgang, was bei elektromechanischen Relais durch den Erregerstrom und bei Leistungshalbleitern durch den Steuerstrom zu weiteren Verlusten führt.

Der Erfindung liegt somit die Aufgabe zugrunde, einen Kondensatorstapel - des weiteren auch als Doppelschicht-Kondensator bezeichnet - in einem Kraftfahrzeug-Bordnetz während des Fahrzeugstillstands mit möglichst geringen Energieverlusten nachzuladen.

Diese Aufgabe wird, ausgehend von einer bekannten Schaltung gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1, durch die kennzeichnenden Merkmale des Anspruchs 1 und - hinsichtlich eines entsprechenden Betriebsverfahrens - durch die Merkmale des Anspruchs 10 gelöst.

Die Erfindung umfasst die allgemeine technische Lehre, den Doppelschicht-Kondensator durch die ohnehin vorhandene Ladungsausgleichsschaltung aufzuladen.

Die Erfindung ist jedoch nicht auf die Nachladung von Doppelschicht-Kondensatoren beschränkt. Es ist vielmehr auch denkbar, dass anstelle von Doppelschicht-Kondensatoren andere Typen von Energiespeichern eingesetzt werden, die mehrere Speicherelemente aufweisen. Im folgenden wird jedoch zur Vereinfachung oftmals nur der Begriff eines Doppelschicht-Kondensators verwendet, obwohl stattdessen auch andere Typen von elektrischen Energiespeichern einsetzbar sind.

10 Ladungsausgleichsschaltungen der vorstehend erwähnten Art sind an sich bekannt und werden beispielsweise in EP 0 432 639 A2 beschrieben, so dass der Inhalt dieser Veröffentlichung der vorliegenden Beschreibung zuzurechnen ist. Die Erfindung ist jedoch nicht auf die darin beschriebenen Typen  
15 von Ladungsausgleichsschaltungen beschränkt, sondern auch mit andersartigen Ladungsausgleichsschaltungen realisierbar.

Herkömmlicherweise ist die Ladungsausgleichsschaltung parallel zu dem Doppelschicht-Kondensator geschaltet, wobei der  
20 Doppelschicht-Kondensator aus mehreren in Reihe geschalteten Kondensatoren besteht. Hierbei erfolgt die Spannungsversorgung der Ladungsausgleichsschaltung also durch den Doppelschicht-Kondensator selbst, so dass nur ein Ladungsausgleich zwischen den einzelnen Kondensatoren des Doppelschicht-Kondensators möglich ist, wohingegen eine Aufladung des Doppelschicht-Kondensators als Ganzes nicht möglich ist.

In einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ermöglicht die Ladungsausgleichsschaltung jedoch wahlweise einen Ladungsausgleich zwischen den einzelnen Kondensatoren des Doppelschicht-Kondensators oder eine Aufladung des Doppelschicht-Kondensators als Ganzes. Hierzu ist die Ladungsausgleichsschaltung durch ein erstes Schaltelement mit einer  
30 ersten Spannungsversorgung und durch ein zweites Schaltelement mit dem Energiespeicher verbunden. Je nach Schaltzustand der beiden Schaltelemente erfolgt dann entweder ein Ladungsausgleich oder eine Aufladung des Doppelschicht-Kondensators.  
35

Wenn das zweite Schaltelement geschlossen ist, während das erste Schaltelement geöffnet ist, so wird die Ladungsausgleichsschaltung mit dem Doppelschicht-Kondensator verbunden und von der ersten Spannungsversorgung getrennt, wobei die Ladungsausgleichsschaltung von der ersten Spannungsversorgung mit Strom versorgt wird. In diesem Fall ermöglicht die Ladungsausgleichsschaltung nur einen Ladungsausgleich zwischen den einzelnen Kondensatoren des Doppelschicht-Kondensators, jedoch keine Aufladung des Doppelschicht-Kondensators als Ganzes.

Zum Aufladen des Doppelschicht-Kondensators wird dagegen das zweite Schaltelement geöffnet und das erste Schaltelement geschlossen, so dass die Ladungsausgleichsschaltung elektrisch von dem Doppelschicht-Kondensator getrennt und mit der ersten Spannungsversorgung verbunden wird. In diesem Fall erfolgt die Spannungsversorgung der Ladungsausgleichsschaltung also nicht mehr durch den Doppelschicht-Kondensator, so dass eine Nachladung des Doppelschicht-Kondensators als Ganzes möglich ist. Hierbei erfolgt jedoch zusätzlich ein Ladungsausgleich zwischen den einzelnen Kondensatoren des Doppelschicht-Kondensators.

In einer vorteilhaften Variante der Erfindung kann der Doppelschicht-Kondensator wahlweise aus der ersten Spannungsversorgung oder aus einer zusätzlichen zweiten Spannungsversorgung aufgeladen werden. Dies ist beispielsweise in Mehrspannungs-Bordnetzen von Kraftfahrzeugen vorteilhaft, die beispielsweise eine 12V-Batterie und zusätzlich eine 36V-Batterie für ein 42V-Bordnetz aufweisen. Die Nachladung des Doppelschicht-Kondensators kann dann durch die Batterie mit dem besseren Ladungszustand erfolgen. Die Ladungsausgleichsschaltung ist deshalb in dieser Variante der Erfindung durch das erste Schaltelement mit der ersten Spannungsversorgung (z.B. die 12V-Batterie) und zusätzlich durch ein drittes Schaltelement mit einer zweiten Spannungsversorgung (z.B.

36V-Batterie) verbunden. Um den Doppelschicht-Kondensator aus der ersten Spannungsversorgung aufzuladen, wird das erste Schaltelement geschlossen, während das dritte Schaltelement geöffnet ist. Zur Aufladung des Doppelschicht-Kondensators aus der zweiten Spannungsversorgung wird dagegen das dritte Schaltelement geschlossen, während das erste Schaltelement geöffnet ist.

Aus den vorstehenden Ausführungen ist bereits ersichtlich, dass der im Rahmen der Erfindung verwendete Begriff einer Spannungsversorgung nicht auf die in Kraftfahrzeugen üblichen Bleiakkumulatoren beschränkt ist, sondern auch andere Typen von Akkumulatoren umfasst.

Die Ansteuerung der einzelnen Schaltelemente erfolgt vorzugsweise durch eine Steuereinheit, die vorzugsweise mit einem Zeitgeber verbunden ist, um den Doppelschicht-Kondensator in regelmäßigen Zeitabständen zu überprüfen und nötigenfalls nachzuladen.

Diese Steuereinheit weist vorzugsweise eine erste Vergleichereinheit auf, welche den Ladezustand des Doppelschicht-Kondensators mit einem ersten Minimalwert vergleicht, um den Doppelschicht-Kondensator beim Unterschreiten des ersten Minimalwerts nachzuladen. Vorzugsweise vergleicht die erste Vergleichereinheit den Ladezustand des Energiespeichers beim Nachladen zusätzlich mit einem ersten Maximalwert, um ein übermäßiges Nachladen des Doppelschicht-Kondensators zu vermeiden.

Vorzugsweise wird der Doppelschicht-Kondensator nur dann nachgeladen, wenn die erste Spannungsversorgung (z.B. 12V-Batterie) oder die zweite Spannungsversorgung (z.B. 36V-Batterie) ausreichend geladen ist.

In einer bevorzugten Ausführungsform ist deshalb eine zweite Vergleichereinheit vorgesehen, die den Ladungszustand der

ersten Spannungsversorgung misst und das erste Schaltelement in Abhängigkeit von dem gemessenen Ladungszustand ansteuert. Vorzugsweise wird das erste Schaltelement nur dann durchgeschaltet, wenn der Ladungszustand der ersten Spannungsversorgung ausreichend ist, um ein Nachladen des Doppelschicht-Kondensators zu ermöglichen.

Vorzugsweise ist zusätzlich eine dritte Vergleichereinheit vorgesehen, die den Ladungszustand der zweiten Spannungsversorgung (z.B. 36V-Batterie) misst und das dritte Schaltelement in Abhängigkeit von dem gemessenen Ladungszustand ansteuert. Hierbei wird das erste Schaltelement vorzugsweise nur dann durchgeschaltet, wenn der Ladungszustand der zweiten Spannungsversorgung ausreichend ist, um ein Nachladen des Doppelschicht-Kondensators zu ermöglichen.

Als Schaltelemente können im Rahmen der Erfindung beispielsweise Relais oder Halbleiterschalter verwendet werden. Vorzugsweise werden jedoch sogenannte Transfer-Gates als Schaltelemente eingesetzt, da die Polarität der Differenzspannung zwischen dem Doppelschicht-Kondensator und der ersten Spannungsversorgung (z.B. 12V-Batterie) bzw. der zweiten Spannungsversorgung (z.B. 36V-Batterie) beliebig sein kann. Derartige Transfer-Gates sind an sich bekannt und bestehen aus zwei in Reihe geschalteten Transistoren, die vorzugsweise als MOSFETs ausgeführt sind.

Darüber hinaus umfasst die Erfindung auch ein entsprechendes Betriebsverfahren für eine derartige elektrische Schaltung.

Andere vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen enthalten oder werden nachstehend zusammen mit der Beschreibung des bevorzugten Ausführungsbeispiels der Erfindung anhand der Zeichnungen erläutert. Es zeigen:

Figur 1 eine erfindungsgemäße Schaltung für ein KFZ-Bordnetz,

Figur 2 eine Steuereinheit für die Schaltung aus Figur 1,  
Figur 3 das Betriebsverfahren der Schaltung aus Figur 1 so-  
wie

5 Figur 4 ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel der Schaltele-  
mente bei der Schaltung aus Figur 1.

Das Schaltbild in Figur 1 zeigt vereinfacht ein Mehrspan-  
nungs-Bordnetz eines Kraftfahrzeugs mit zwei Netzspannungen  
von 12V und 42V. Im folgenden wird zunächst der Aufbau des  
10 Mehrspannungs-Bordnetzes beschrieben, um anschließend anhand  
von Figur 3 dessen Betriebsweise zu erläutern.

Die elektrische Energie wird in dem Mehrspannungs-Bordnetz  
durch einen integrierten Starter-Generator ISG erzeugt, der  
15 von der Kurbelwelle einer Brennkraftmaschine angetrieben  
wird.

Der integrierte Starter-Generator ISG ist ausgangsseitig mit  
einem elektrischem Umrichter 1 verbunden, der eine Gleich-  
20 spannung von 42V erzeugt, wobei der Ausgang des Umrichters 1  
zur Glättung der Gleichspannung über einen Zwischenkreis-  
Kondensator C1 mit Masse verbunden ist.

Der Ausgang des Umrichters 1 ist über ein Schaltelement S1  
mit einer 36V-Batterie 2 verbunden, die somit aufgeladen  
wird, wenn das Schaltelement S1 geschlossen ist.

Darüber hinaus ist der Ausgang des Umrichters 1 über einen  
Gleichspannungswandler 3 mit einer 12V-Batterie 4 verbunden,  
30 wobei der Gleichspannungswandler 3 die am Ausgang des Umrich-  
ters 1 bereitgestellte Netzspannung von 42V auf eine Spannung  
von 14V umsetzt. Die 12V-Batterie 4 wird also im Betrieb der  
Brennkraftmaschine über den Gleichspannungswandler 3 aufgelade-  
den.

35 Weiterhin weist das Mehrspannungs-Bordnetz als elektrischen  
Energiespeicher einen Doppelschicht-Kondensator 5 auf, der ü-



ber ein Schaltelement S2 mit dem integrierten Starter-Generator ISG verbunden werden kann und nach einem längeren Fahrzeugstillstand einen sicheren Start der Brennkraftmaschine ermöglicht. Der Doppelschicht-Kondensator 5 besteht in diesem Ausführungsbeispiel zur Vereinfachung nur aus vier in Reihe geschalteten Kondensatoren C2-C5. Bei einem 42V-Bordnetz werden jedoch normalerweise 24 Kondensatoren mit einer Maximalspannung von jeweils 2,3V in Reihe zusammengeschaltet, was eine maximale Gesamtspannung von 55,2V ergibt. Diese Gesamtspannung ermöglicht einerseits eine sichere Bereitstellung der Netzspannung von 42V und liegt andererseits unter der Grenze von 60V, bis zu der bei elektrischen Anlagen keine besonderen Isolationsmaßnahmen erforderlich sind.

Darüber hinaus weist das Mehrspannungs-Bordnetz eine herkömmliche Ladungsausgleichsschaltung 6 auf, welche einen Ladungsausgleich zwischen den einzelnen Kondensatoren C2-C5 des Doppelschicht-Kondensators 5 bewirkt. Die Ladungsausgleichsschaltung 6 weist einen Primärkreis auf, der über ein Schaltelement S3 an Masse und über ein Schaltelement S4 an den positiven Anschluss des Doppelschicht-Kondensators 5 angeschlossen ist, wobei in dem Primärkreis eine Primärwicklung L1 angeordnet ist. Weiterhin weist die Ladungsausgleichsschaltung 6 vier Sekundärkreise auf, die jeweils parallel zu den einzelnen Kondensatoren C2-C5 geschaltet sind. In jedem Sekundärkreis sind jeweils eine Diode D1-D4 und jeweils eine Sekundärwicklung L2-L5 in Reihe geschaltet. Die Funktionsweise der Ladungsausgleichsschaltung 6 ist detailliert in EP 0 432 639 A2 beschrieben, so dass im folgenden auf eine eingehende Beschreibung der Funktion der Ladungsausgleichsschaltung 6 verzichtet werden kann.

Die Ladungsausgleichsschaltung 6 kann über ein Schaltelement S5 mit der 12V-Batterie 4 und über ein weiteres Schaltelement S6 mit der 36V-Batterie 2 verbunden werden. Diese Verbindungen ermöglichen eine Nachladung des Doppelschicht-

Kondensators 5 über die 12V-Batterie 4 oder über die 36V-Batterie 2, wie noch detailliert beschrieben wird.

Die Ansteuerung der Schaltelemente S3-S6 erfolgt durch eine  
5 Steuereinheit 7, die stark vereinfacht in Figur 2 dargestellt ist.

Die Steuereinheit 7 weist eine Logikeinheit 8 auf, die über  
einen Pegelwandler 9 die Spannung an Klemme 15 des KFZ-  
10 Bordnetz sowie die Schaltstellung des Schaltelements S2 aufnimmt, um die Schaltelemente S1 und S3-S6 in Abhängigkeit davon anzusteuern, wie noch detailliert beschrieben wird.

Weiterhin weist die Steuereinheit 7 eine Vergleicherein-  
15 heit 10 auf, welche die Batteriespannung  $U_{BAT12}$  am Ausgang der 12V-Batterie 4 misst und mit einem vorgegebenen Minimalwert  $U_{BAT12,MIN}$  vergleicht. Beim Überschreiten des Minimalwerts  $U_{BAT12,MIN}$  gibt die Vergleichereinheit 10 einen High-Pegel an die Logikeinheit 8 weiter, wobei der High-Pegel einen ausreichenden Ladungszustand der 12V-Batterie 4 anzeigt.  
20

Ferner weist die Steuereinheit 7 eine Vergleichereinheit 11 auf, welche die Batteriespannung  $U_{BAT36}$  am Ausgang der 36V-Batterie 2 misst und mit einem vorgegebenen Minimalwert  $U_{BAT36,MIN}$  vergleicht. Beim Überschreiten des Minimalwerts  $U_{BAT36,MIN}$  gibt die Vergleichereinheit 11 einen High-Pegel an die Logikeinheit 8 weiter, wobei der High-Pegel einen ausreichenden Ladungszustand der 36V-Batterie 2 anzeigt.

30 Darüber hinaus ist eine Vergleichereinheit 12 vorgesehen, welche die Spannung  $U_C$  des Doppelschicht-Kondensators 5 erfasst und mit einem vorgegebenen Minimalwert  $U_{C,MIN}$  vergleicht. Beim Unterschreiten des Minimalwerts  $U_{C,MIN}$  gibt die Vergleichereinheit 12 dann einen High-Pegel an die Logikein-  
35 heit 8, um anzuzeigen, dass der Doppelschicht-Kondensator 5 nachgeladen werden muss.

Ferner weist die Steuereinheit 7 eine Vergleichereinheit 13 auf, welche die Spannung  $U_c$  des Doppelschicht-Kondensators 5 mit einem vorgegebenen Maximalwert  $U_{c,MAX}$  vergleicht. Beim Überschreiten des Maximalwerts gibt die Vergleichereinheit 13  
5 einen High-Pegel an die Logikeinheit 8 weiter, wobei der High-Pegel anzeigt, dass der Ladevorgang des Doppelschicht-Kondensators 5 beendet werden sollte.

Schließlich weist die Steuereinheit einen Zeitgeber 14 auf,  
10 der täglich ein Triggersignal an die Logikeinheit 8 abgibt, um die Durchführung des erfindungsgemäßen Betriebsverfahrens anzuregen.

Den Fahrbetrieb erkennt die Steuereinheit 7 daran, dass an  
15 Klemme 15 die Netzspannung von 14V anliegt. In diesem Betriebszustand sind die Schalter S1 oder S2 sowie S4 geschlossen, während die Schalter S5 und S6 geöffnet sind. Die Ladungsausgleichsschaltung 6 ist dann also über das Schaltelement S4 elektrisch mit dem Doppelschicht-Kondensator 5 verbunden,  
20 aber von der 12V-Batterie 4 und von der 36V-Batterie 2 getrennt. Durch eine pulsierende Ansteuerung des Schaltelements S3 kann dann ein Ladungsausgleich zwischen den einzelnen Kondensatoren C2-C5 des Doppelschicht-Kondensators 5 erfolgen. Eine Aufladung des Doppelschicht-Kondensators 5 als  
25 Ganzes ist dann jedoch wegen der geöffneten Schaltelemente S5 und S6 nicht möglich, da die Ladungsausgleichsschaltung 6 von der 12V-Batterie 4 und von der 36V-Batterie 2 getrennt ist.

Allerdings sollte kein Ladungsausgleich zwischen den einzelnen  
30 Kondensatoren C2-C5 des Doppelschicht-Kondensators 5 erfolgen, wenn der Doppelschicht-Kondensator 5 mit dem integrierten Starter-Generator ISG verbunden ist und hochdynamisch belastet wird. Die Steuereinheit 7 wertet deshalb auch den Schaltzustand des Schaltelements S2 aus und blockiert das  
35 Schaltelement S3 der Ladungsausgleichsschaltung 6, wenn das Schaltelement S2 geschlossen ist.

Im Fahrzeugstillstand sind dagegen die Schaltelemente S1, S2 und S4 geöffnet, so dass der Doppelschicht-Kondensator 5 elektrisch von der Ladungsausgleichsschaltung 6 getrennt ist. Diese Trennung ermöglicht ein Nachladen des Doppelschicht-Kondensators 5, da die Ladespannung nicht durch die Kondensatorspannung  $U_c$  begrenzt wird.

Dabei wird das in Figur 3 dargestellte Betriebsverfahren durchgeführt, um die in dem Doppelschicht-Kondensator 5 gespeicherte Ladung zu erhalten und dadurch einen sicheren Start der Brennkraftmaschine zu ermöglichen.

Zu Beginn des erfindungsgemäßen Betriebsverfahrens wird zunächst der Zeitgeber 14 zurückgesetzt und anschließend in einer Schleife inkrementiert, bis eine vorgegebene Zeitspanne  $T_{MAX}$  abgelaufen ist, wobei die Zeitspanne  $T_{MAX}$  beispielsweise einem Tag entsprechen kann.

Anschließend wird dann die Spannung  $U_c$  am positiven Anschluss des Doppelschicht-Kondensators 5 gemessen, um prüfen zu können, ob der Doppelschicht-Kondensator 5 nachgeladen werden muss.

Die gemessene Spannung  $U_c$  wird deshalb mit einem Minimalwert  $U_{c,MIN}$  verglichen, wobei das Betriebsverfahren beendet wird, wenn die Spannung  $U_c$  den Minimalwert  $U_{c,MIN}$  überschreitet, da der Doppelschicht-Kondensator 5 dann nicht nachgeladen werden muss.

Falls die Spannung  $U_c$  des Doppelschicht-Kondensators 5 dagegen aufgrund der Selbstentladung des Doppelschicht-Kondensators 5 unter den Minimalwert  $U_{c,MIN}$  abgesunken ist, so muss der Doppelschicht-Kondensator 5 nachgeladen werden, um einen sicheren Start der Brennkraftmaschine zu gewährleisten.

In den nächsten Schritten wird dann geprüft, ob der Ladungszustand der 36V-Batterie 2 oder der 12V-Batterie 4 ausreicht, um den Doppelschicht-Kondensator 5 nachzuladen.

- 5    Hierzu wird zunächst die Spannung  $U_{BAT36}$  der 36V-Batterie 2 gemessen und mit einem Minimalwert  $U_{BAT36,MIN}$  verglichen.

Falls die Spannung  $U_{BAT36}$  der 36V-Batterie 2 den vorgegebenen Minimalwert  $U_{BAT36,MIN}$  überschreitet, so kann die Energie zum  
10   Nachladen des Doppelschicht-Kondensators 5 aus der 36V-Batterie 2 entnommen werden. In diesem Fall wird das Schaltelement S6 geschlossen, um die Ladungsausgleichsschaltung 6 mit der 36V-Batterie 2 zu verbinden, während das Schaltelement S5 geöffnet bleibt.

15   Falls die Spannung  $U_{BAT36}$  der 36V-Batterie 2 den vorgegebenen Minimalwert  $U_{BAT36,MIN}$  dagegen unterschreitet, so sollte der Doppelschicht-Kondensator 5 nicht aus der 36V-Batterie 2 nachgeladen werden, da deren Ladungszustand dafür nicht aus-  
20   reicht. Dies verhindert eine Schädigung der 36V-Batterie.

In einem nächsten Schritt wird dann die Spannung  $U_{BAT12}$  der 12V-Batterie 4 gemessen, um zu prüfen, ob die elektrische Energie zum Nachladen des Doppelschicht-Kondensators 5 aus der  
25   12V-Batterie entnommen werden kann.

Die gemessene Spannung  $U_{BAT12}$  der 12V-Batterie wird deshalb mit einem vorgegebenen Minimalwert  $U_{BAT12,MIN}$  verglichen.

30   Falls die Spannung  $U_{BAT12}$  der 12V-Batterie 4 den vorgegebenen Minimalwert  $U_{BAT12,MIN}$  unterschreitet, so sollte der Doppelschicht-Kondensator 5 nicht aus der 12V-Batterie 4 nachgeladen werden, da deren Ladungszustand dafür nicht ausreicht. In diesem Fall erfolgt keine Nachladung des Doppelschicht-Kondensators 5 und das erfindungsgemäße Betriebsverfahren wird  
35   beendet.

Falls die Spannung  $U_{BAT12}$  der 12V-Batterie 4 den vorgegebenen Minimalwert  $U_{BAT12,MIN}$  dagegen überschreitet, so kann die Energie zum Nachladen des Doppelschicht-Kondensators 5 aus der 12V-Batterie 4 entnommen werden. In diesem Fall wird das

5 Schaltelement S5 geschlossen, um die Ladungsausgleichsschaltung 6 mit der 12V-Batterie 4 zu verbinden, während das Schaltelement S6 geöffnet wird.

Sowohl bei einer Nachladung aus der 12V-Batterie 4 als auch

10 bei einer Nachladung aus der 36V-Batterie 2 erfolgt dann eine pulsierende Ansteuerung des Schaltelements S3, um den Doppelschicht-Kondensator 5 aufzuladen.

Während der Aufladung des Doppelschicht-Kondensators 5 wird

15 laufend die Spannung  $U_C$  des Doppelschicht-Kondensators 5 gemessen und mit einem Maximalwert  $U_{C,MAX}$  verglichen, um ein übermäßiges Nachladen des Doppelschicht-Kondensators 5 zu vermeiden.

20 Der Ladevorgang wird deshalb abgebrochen, wenn die Spannung  $U_C$  des Doppelschicht-Kondensators 5 den vorgegebenen Maximalwert  $U_{C,MAX}$  überschreitet. Hierzu werden die beiden Schaltelemente S5 und S6 sowie das Schaltelement S3 geöffnet.

Anschließend wird der Zeitgeber 14 wieder zurückgesetzt und die vorstehend beschriebenen Verfahrensschritte werden in einer Schleife erneut durchgeführt.

Schließlich zeigt Figur 4 ein sogenanntes Transfer-Gate 15,

30 das zur schaltungstechnischen Realisierung der Schaltelemente S1-S6 eingesetzt werden kann. Das Transfer-Gate 15 besteht im wesentlichen aus zwei in Reihe zusammengeschalteten MOSFET-Transistoren T1 und T2 mit zwei parasitären Dioden D5 und D6 sowie einem Widerstand R1. Bei Anlegen einer positiven Spannung von ungefähr  $U_{GS}=+10V$  zwischen Gate und Source des

35 Transfer-Gates 15 werden beide MOSFET-Transistoren T1 und T2 leitend und das Transfer-Gate 15 ist eingeschaltet. Beträgt

die Gate-Source-Spannung  $U_{GS}$  dagegen 0V, so ist das Transfer-Gate 15 ausgeschaltet. Im ausgeschalteten Zustand sperrt jeweils nur einer der beiden MOSFET-Transistoren T1, T2, da der jeweils andere MOSFET-Transistor T1 bzw. T2 verpolt betrieben wird und seine parasitäre Diode D5 bzw. D6 leitet.

## Patentansprüche

1. Elektrische Schaltung für ein KFZ-Bordnetz, insbesondere zur Ladungserhaltung bei einem Doppelschicht-Kondensator (5),  
5 mit

einer ersten Spannungsversorgung (4),

10 einem aus mehreren Speicherelementen (C2-C5) bestehenden und durch die erste Spannungsversorgung (2) aufladbaren elektrischen Energiespeicher (5) und

einer Ladungsausgleichsschaltung (6) zum Ladungsausgleich zwischen den einzelnen Speicherelementen (C2-C5) des Energiespeichers (5),  
15

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t

20 dass die Ladungsausgleichsschaltung (6) durch ein erstes Schaltelement (S5) mit der ersten Spannungsversorgung (4) und durch ein zweites Schaltelement (S4) mit dem Energiespeicher (5) verbunden ist, um in Abhängigkeit von dem Schaltzustand der Schaltelemente (S4, S5) den Ladungsausgleich zu bewirken und/oder den Energiespeicher (5) aufzuladen.

2. Elektrische Schaltung nach Anspruch 1,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,  
dass die Ladungsausgleichsschaltung (6) zusätzlich durch ein drittes Schaltelement (S6) mit einer zweiten Spannungsversorgung (2) verbunden ist, um den Energiespeicher (5) wahlweise  
30 aus der ersten Spannungsversorgung (4) oder aus der zweiten Spannungsversorgung (2) aufzuladen.

3. Elektrische Schaltung nach Anspruch 1 und/oder Anspruch 2,  
35 g e k e n n z e i c h n e t d u r c h



eine Steuereinheit (7) zur Ansteuerung des ersten Schaltelements (S5) und/oder des zweiten Schaltelements (S4) und/oder des dritten Schaltelements (S6).

- 5     4. Elektrische Schaltung nach Anspruch 3,  
d a d u r c h   g e k e n n z e i c h n e t,  
dass die Steuereinheit (7) mit einem Zeitgeber (14) verbunden  
ist, um das Nachladen des Energiespeichers (5) zu initiali-  
sieren.
- 10     5. Elektrische Schaltung nach Anspruch 3 und/oder Anspruch  
4,  
d a d u r c h   g e k e n n z e i c h n e t,  
dass die Steuereinheit (7) eine erste Vergleichereinheit (12)  
15     aufweist, um den Ladungszustand des Energiespeichers (5) mit  
einem vorgegebenen ersten Minimalwert ( $U_{C,MIN}$ ) und/oder mit  
einem vorgegebenen Maximalwert ( $U_{C,MAX}$ ) zu vergleichen.
- 20     6. Elektrische Schaltung nach mindestens einem der Ansprü-  
che 3 bis 5,  
d a d u r c h   g e k e n n z e i c h n e t,  
dass die Steuereinheit (7) eine zweite Vergleichereinheit  
(10) aufweist, welche die Spannung ( $U_{BAT12}$ ) der ersten Span-  
nungsversorgung (4) mit einem zweiten Minimalwert ( $U_{BAT12,MIN}$ )  
25     vergleicht und das erste Schaltelement (S5) nur beim Über-  
schreiten des zweiten Minimalwerts ( $U_{BAT12,MIN}$ ) durchschaltet.
- 30     7. Elektrische Schaltung nach Anspruch 6,  
d a d u r c h   g e k e n n z e i c h n e t,  
dass die Steuereinheit (7) eine dritte Vergleichereinheit  
(11) aufweist, welche die Spannung ( $U_{BAT36}$ ) der zweiten Span-  
nungsversorgung (2) mit einem dritten Minimalwert ( $U_{BAT36,MIN}$ )  
vergleicht und das dritte Schaltelement (S6) nur beim Über-  
schreiten des dritten Minimalwerts ( $U_{BAT36,MIN}$ ) durchschaltet.
- 35     8. Elektrische Schaltung nach mindestens einem der vorher-  
gehenden Ansprüche,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,  
dass das erste Schaltelement (S5) und/oder das zweite Schaltelement (S4) und/oder das dritte Schaltelement (S6) ein Relais oder ein Halbleiterschalter ist.

5

9. Elektrische Schaltung nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,

dass das erste Schaltelement (S5) und/oder das zweite Schaltelement (S4) und/oder das dritte Schaltelement (S6) ein Transfer-Gate (15) ist.

10

10. Betriebsverfahren für eine elektrische Schaltung mit einem aus mehreren Speicherelementen (C2-C5) bestehenden elektrischen Energiespeicher (5) und einer Ladungsausgleichsschaltung (6) zum Ladungsausgleich zwischen den einzelnen Speicherelementen (C2-C5) des Energiespeichers (5), mit den folgenden Schritten:

15

- Aufladung des Energiespeichers (5),

20

- Ladungsausgleich zwischen den einzelnen Speicherelementen (C2-C5) des Energiespeichers (5) durch die Ladungsausgleichsschaltung (6),

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,

dass die Aufladung des Energiespeichers (5) durch die Ladungsausgleichsschaltung (6) erfolgt.

11. Betriebsverfahren nach Anspruch 10,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,

dass die Ladungsausgleichsschaltung (6) zur Aufladung des Energiespeichers (5) mit einer ersten Spannungsversorgung (4) oder einer zweiten Spannungsversorgung (2) verbunden wird.

30

12. Betriebsverfahren nach Anspruch 11,

g e k e n n z e i c h n e t d u r c h

35

folgende Schritte:

- Messung der Ausgangsspannung ( $U_{BAT12}$ ) der ersten Spannungsversorgung (4)

- Vergleich der gemessenen Ausgangsspannung ( $U_{BAT12}$ ) mit einem ersten Minimalwert ( $U_{BAT12,MIN}$ )
- Verbindung der Ladungsausgleichsschaltung (6) mit der ersten Spannungsversorgung (4) nur beim Überschreiten des ersten Minimalwerts ( $U_{BAT12,MIN}$ ).

13. Betriebsverfahren nach Anspruch 12,  
g e k e n n z e i c h n e t d u r c h  
folgende Schritte:

- Messung der Ausgangsspannung ( $U_{BAT36}$ ) einer zweiten Spannungsversorgung (2)
- Vergleich der gemessenen Ausgangsspannung ( $U_{BAT36}$ ) mit einem zweiten Minimalwert ( $U_{BAT36,MIN}$ )
- Verbindung der Ladungsausgleichsschaltung (6) mit der zweiten Spannungsversorgung (2) nur beim Überschreiten des zweiten Minimalwerts ( $U_{BAT36,MIN}$ ).

14. Betriebsverfahren nach mindestens einem der Ansprüche 10 bis 13,

- d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
- dass der Energiespeicher (5) im Normalbetrieb mit der ersten Spannungsversorgung (4) und/oder der zweiten Spannungsversorgung (2) verbunden und im Stillstand von der ersten Spannungsversorgung (4) und der zweiten Spannungsversorgung (2) getrennt wird.

15. Betriebsverfahren nach mindestens einem der Ansprüche 10 bis 14,

- d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
- dass der Ladungszustand des Energiespeichers (5) jeweils nach Ablauf einer vorgegebenen Zeitspanne ( $T_{MAX}$ ) überprüft und der Energiespeicher (5) beim Unterschreiten eines vorgegebenen dritten Minimalwerts ( $U_{C,MIN}$ ) aufgeladen wird.

16. Betriebsverfahren nach mindestens einem der Ansprüche 10 bis 15,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,

dass der Energiespeicher (5) jeweils bis auf einen vorgegebenen Maximalwert ( $U_{c,MAX}$ ) aufgeladen wird.

## Zusammenfassung

Schaltung für ein KFZ-Bordnetz und zugehöriges Betriebsverfahren

5

Betriebsverfahren für eine elektrische Schaltung mit einem aus mehreren Speicherelementen (C2-C5) bestehenden elektrischen Energiespeicher (5) und einer Ladungsausgleichsschaltung (6) zum Ladungsausgleich zwischen den einzelnen Speicherelementen (C2-C5) des Energiespeichers (5), mit den folgenden Schritten: Aufladung des Energiespeichers (5) und Ladungsausgleich zwischen den einzelnen Speicherelementen (C2-C5) des Energiespeichers (5) durch die Ladungsausgleichsschaltung (6). Es wird vorgeschlagen, dass die Aufladung des Energiespeichers (5) durch die Ladungsausgleichsschaltung (6) erfolgt. Weiterhin betrifft die Erfindung eine entsprechende elektrische Schaltung zur Ausführung des Betriebsverfahrens.

(Figur 1)

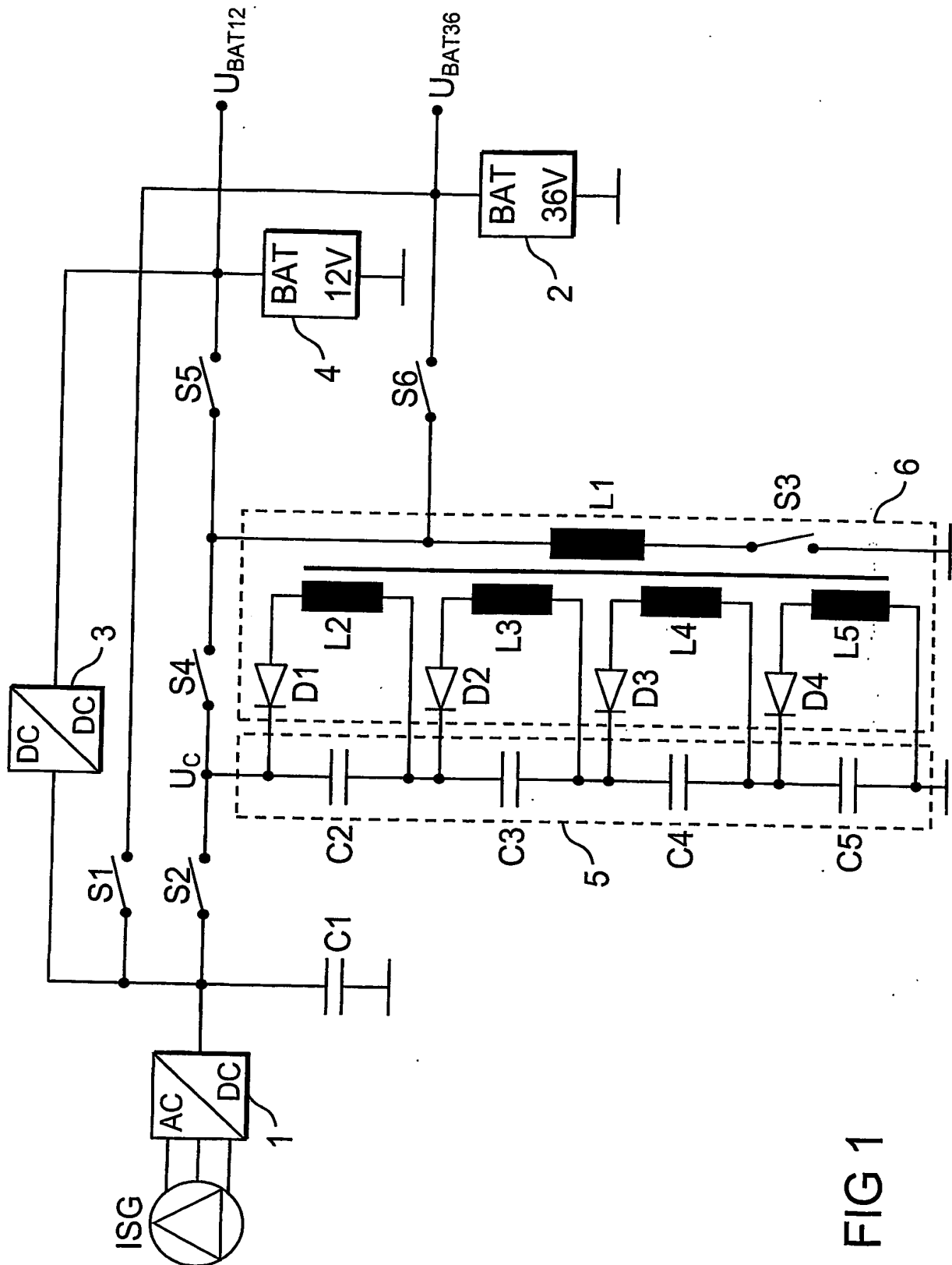


FIG 1

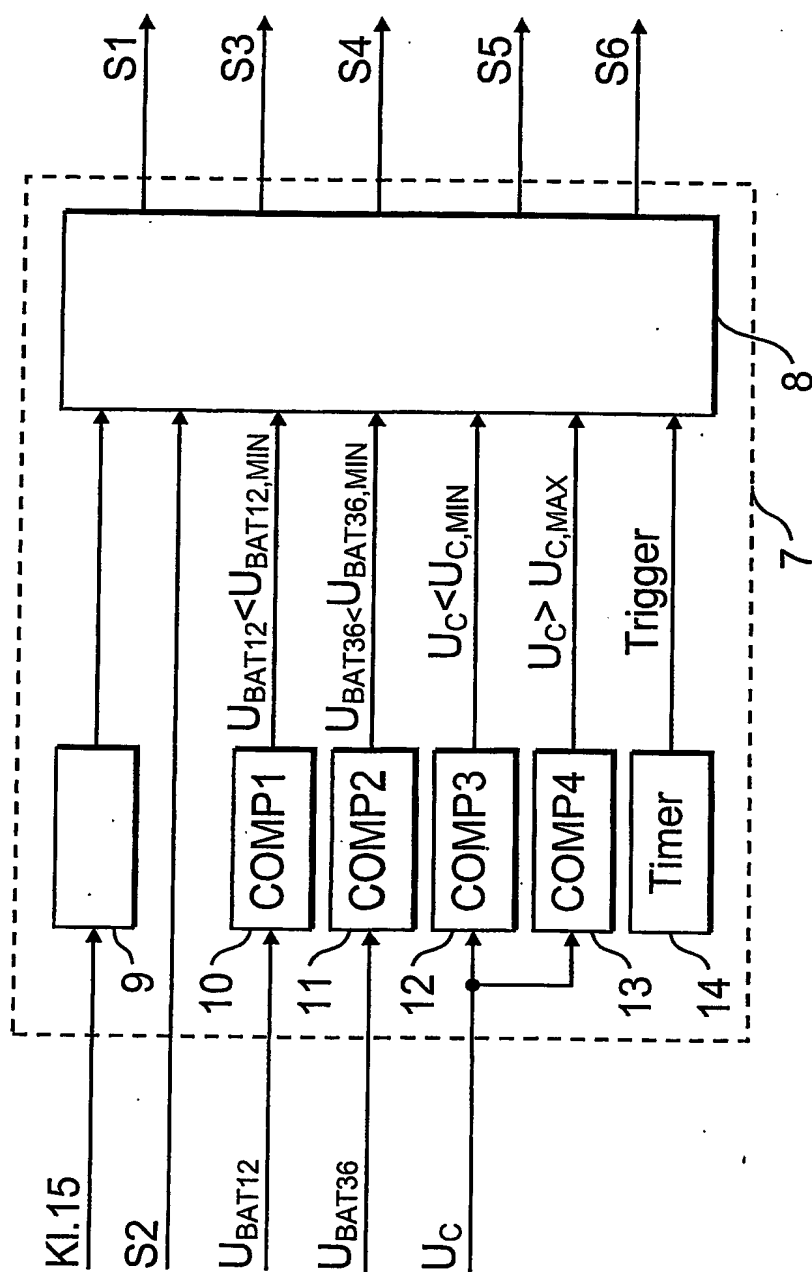


FIG 2

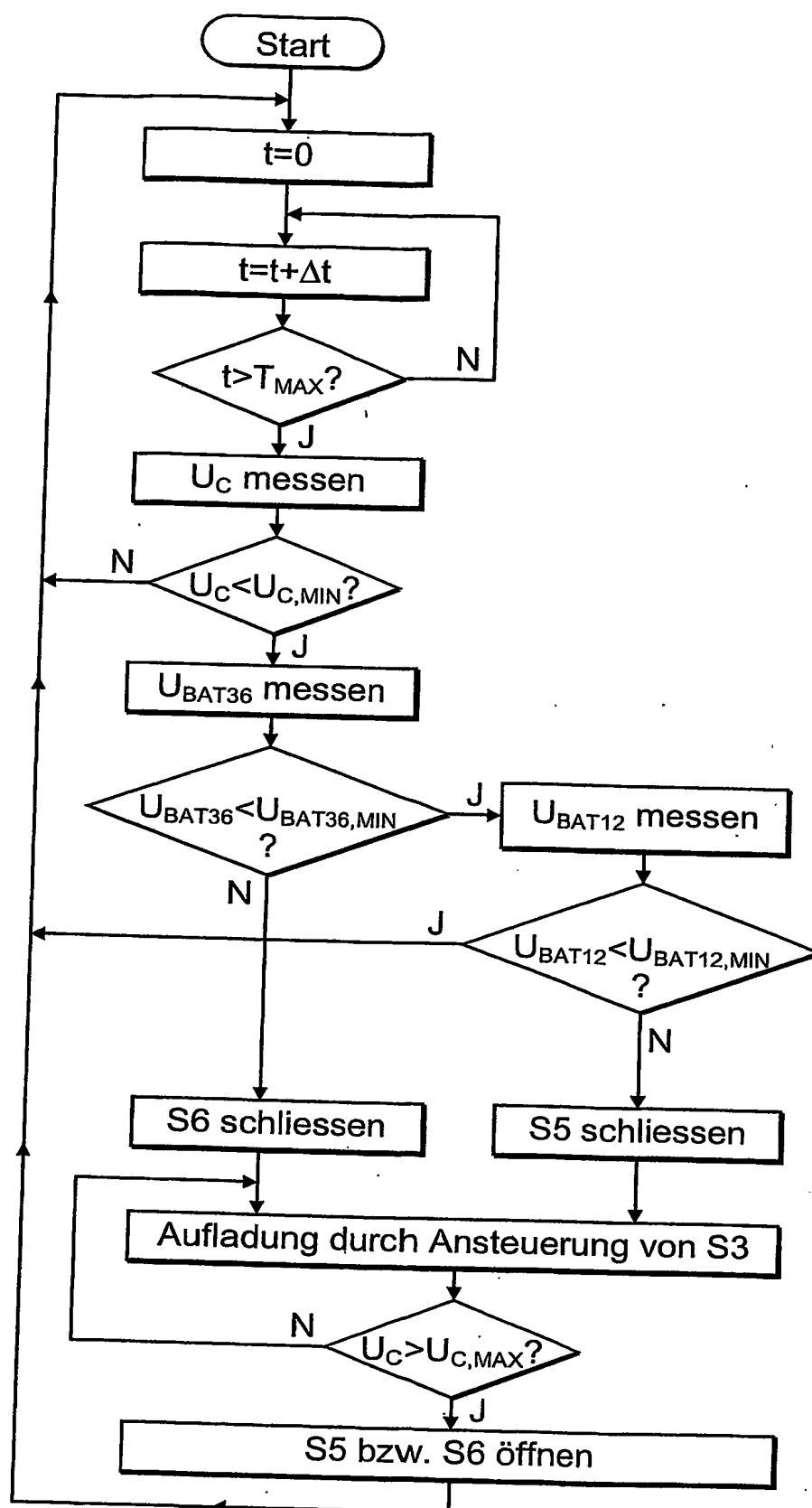


FIG 3



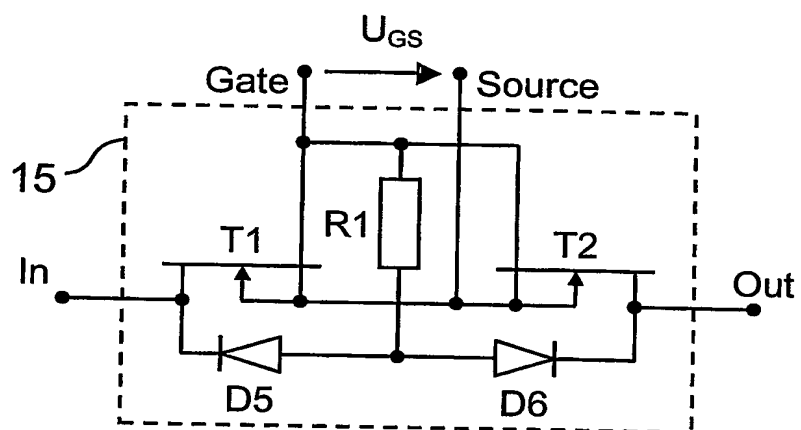


FIG 4

PCT Application  
**DE0303412**

